

## Premessa

Si riportano di seguito le verifiche di equilibrio globale e strutturali del parapetto in c.a. previsto lungo le due sponde della Dora su Lungo Dora Firenze e Lungo Dora Savona, nel tratto compreso tra il ponte Mosca ed il ponte di via Bologna.

Le verifiche strutturali sono state effettuate con il metodo degli stati limite; dal momento che il manufatto viene realizzato al solo scopo di contenere eventuali acque di esondazione del fiume e non assume la funzione di barriera di ritenuta di tipo stradale, in tali verifiche non è stata considerata l'azione dovuta allo svio di un veicolo.

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno lungo le sponde della Dora ci si è basati sui risultati delle indagini geognostiche realizzate in corrispondenza del tratto di sponde immediatamente a monte del ponte Mosca, in base alle quali si sono ottenuti i seguenti parametri:

$$\phi = 32^\circ$$

$$c = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_t = 18,8 \text{ kN/m}^3$$

**VERIFICA EQUILIBRIO  
GLOBALE PARAPETTO**

**VERIFICA STRUTTURALE  
PARAPETTO**

# **VERIFICA DI STABILITA' DELLA SPONDA**

## Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione.

Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adatterà la seguente simbologia:

$l$	lunghezza della base della striscia
$\alpha$	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
$b$	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
$\phi$	angolo di attrito lungo la base della striscia
$c$	coesione lungo la base della striscia
$\gamma$	peso di volume del terreno
$u$	pressione neutra
$W$	peso della striscia
$N$	sforzo normale alla base della striscia
$T$	sforzo di taglio alla base della striscia
$E_s, E_d$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$X_s, X_d$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$E_a, E_b$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
$\Delta X$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
$\Delta E$	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

### Metodo di Janbu (semplificato)

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum [ c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i ]}{\sum_i [ W_i \tan \alpha_i ]}$$

dove il termine  $N_i$  è espresso da

$$N_i = [ W_i - c_i l_i \sin \alpha_i / \eta + u_i l_i \tan \phi \sin \alpha_i / F ] / m$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i_{esima}$  rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i_{esima}$ ,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Janbu semplificato** contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $F$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $F$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La semplificazione del metodo rispetto al procedimento completo consiste nel trascurare le forze tangenziali di interstriscia.

## ANALISI E VERIFICA PENDIO SPONDA DESTRA

### Descrizione terreno

#### *Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
$c$	Coazione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coazione 'totale' del terreno espressa in kPa

<b>Nr.</b>	<b>Descrizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\gamma_w</math></b>	<b><math>\phi'</math></b>	<b><math>c'</math></b>	<b><math>\phi_u</math></b>	<b><math>c_u</math></b>
1	Terreno 1	18.80	18.80	32.00	0.0	0.00	39.2

## Profilo del piano campagna

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr. Identificativo del punto  
 X Ascissa del punto del profilo espressa in m  
 Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [mslm]
1	20.18	222.67
2	22.00	222.67
3	24.49	224.50
4	28.00	226.44
5	38.00	226.44

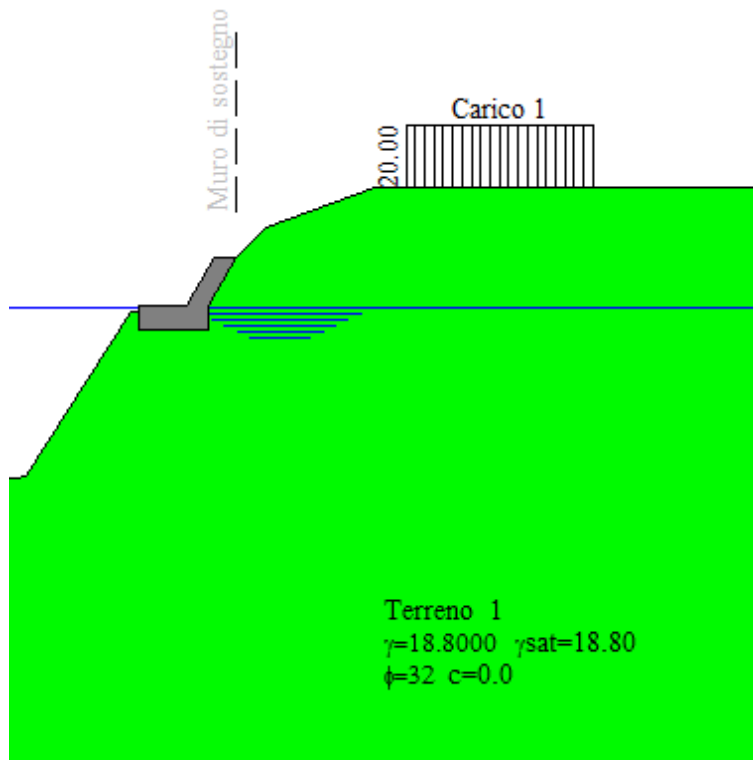


Fig. 1: Geometria locale pendio

## Descrizione falda

### Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[mslm]
1	0.00	220.0
2	50.00	220.0

## Carichi sul profilo

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

Nr. Identificativo del sovraccarico agente  
 $X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in m  
 Per carico concentrato ascissa del punto di applicazione espressa in m  
 $X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in m  
 $V_i$  Intensità del carico espressa in kN/m per  $x=X_i$

$V_f$  Per carico concentrato intensità del carico espressa in kN  
Intensità del carico espressa in kN/m per  $x=X_f$

Nr.	Tipo carico	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$V_i$	$V_f$
1	Carico stradale	29.00	35.00	20.00	20.00

## Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

### Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	23.53	m
Altezza paramento	1.50	m
Spessore in testa	0.70	m
Inclinazione esterna	30.000	°
Inclinazione interna	-30.000	°
Spessore alla base	0.70	m
Lunghezza mensola fondazione valle	1.50	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	2.20	m
Spessore fondazione	0.80	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	1.50	m

## Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :  
Metodo di JANBU (J)

### Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

### Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.560 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_s$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S) = 2.06$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.03$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto  
Analisi condotta in termini di tensioni efficaci  
Presenza di falda  
Presenza di carichi distribuiti

### Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 20.00$	$Y_0 = 20.00$
Passo maglia [m]:	$dX = 2.00$	$dY = 2.00$
Numero passi :	$Nx = 20$	$Ny = 20$
Raggio [m]:	$R = 30.00$	

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	160
Coefficiente di sicurezza minimo	1.293
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	160	1.293	1	35.521	160

### Caratteristiche delle superfici analizzate

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
N° numero d'ordine della superficie cerchio  
C<sub>x</sub> ascissa x del centro [m]  
C<sub>y</sub> ordinata y del centro [m]  
R raggio del cerchio espresso in m  
x<sub>v</sub>, y<sub>v</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m  
x<sub>m</sub>, y<sub>m</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m  
V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]  
C<sub>s</sub> coefficiente di sicurezza  
caso caso di calcolo

N°	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	R	x <sub>v</sub>	y <sub>v</sub>	x <sub>m</sub>	y <sub>m</sub>	V	C <sub>s</sub>	caso
1	20.00	42.00	30.00	11.45	13.24	43.03	22.77	173.12	1.293 (J)	[A2M2]
2	20.00	42.00	30.00	11.45	13.24	43.03	22.77	173.12	1.301 (J)	[A2M2]
3	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	118.40	1.321 (J)	[A2M2]
4	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	118.40	1.328 (J)	[A2M2]
5	20.00	40.00	30.00	7.24	12.85	44.56	22.77	242.26	1.336 (J)	[A2M2]
6	20.00	40.00	30.00	7.24	12.85	44.56	22.77	242.26	1.347 (J)	[A2M2]
7	20.00	38.00	30.00	4.52	12.30	45.85	22.77	320.80	1.401 (J)	[A2M2]
8	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	73.69	1.402 (J)	[A2M2]
9	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	73.69	1.408 (J)	[A2M2]



10	20.00	38.00	30.00	4.52	12.30	45.85	22.77	320.80	1.414 (J)	[A2M2]
11	22.00	42.00	30.00	13.08	13.36	45.03	22.77	192.05	1.432 (J)	[A2M2]
12	22.00	42.00	30.00	13.08	13.36	45.03	22.77	192.05	1.442 (J)	[A2M2]
13	22.00	40.00	30.00	8.81	13.06	46.56	22.77	261.81	1.450 (J)	[A2M2]
14	22.00	40.00	30.00	8.81	13.06	46.56	22.77	261.81	1.462 (J)	[A2M2]
15	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	406.57	1.474 (J)	[A2M2]
16	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	406.57	1.488 (J)	[A2M2]
17	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	135.40	1.492 (J)	[A2M2]
18	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	135.40	1.501 (J)	[A2M2]
19	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	36.41	1.502 (J)	[A2M2]
20	22.00	38.00	30.00	6.03	12.61	47.85	22.77	341.29	1.502 (J)	[A2M2]
21	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	36.41	1.505 (J)	[A2M2]
22	22.00	38.00	30.00	6.03	12.61	47.85	22.77	341.29	1.516 (J)	[A2M2]
23	22.00	36.00	30.00	3.79	12.16	48.93	22.77	427.98	1.568 (J)	[A2M2]
24	22.00	36.00	30.00	3.79	12.16	48.93	22.77	427.98	1.583 (J)	[A2M2]
25	24.00	40.00	30.00	10.56	13.18	48.56	22.77	281.10	1.585 (J)	[A2M2]
26	24.00	42.00	30.00	14.71	13.47	47.03	22.77	210.74	1.598 (J)	[A2M2]
27	24.00	40.00	30.00	10.56	13.18	48.56	22.77	281.10	1.598 (J)	[A2M2]
28	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	86.98	1.604 (J)	[A2M2]
29	24.00	42.00	30.00	14.71	13.47	47.03	22.77	210.74	1.609 (J)	[A2M2]
30	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	86.98	1.611 (J)	[A2M2]
31	20.00	42.00	30.00	11.45	13.24	43.03	22.77	173.12	1.616 (J)	[PC]
32	24.00	38.00	30.00	7.55	12.91	49.85	22.77	361.32	1.619 (J)	[A2M2]
33	20.00	42.00	30.00	11.45	13.24	43.03	22.77	173.12	1.627 (J)	[PC]
34	24.00	38.00	30.00	7.55	12.91	49.85	22.77	361.32	1.634 (J)	[A2M2]
35	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	520.86	1.646 (J)	[A2M2]
36	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	118.40	1.651 (J)	[PC]
37	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	118.40	1.660 (J)	[PC]
38	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	520.86	1.663 (J)	[A2M2]
39	20.00	40.00	30.00	7.24	12.85	44.56	22.77	242.26	1.670 (J)	[PC]
40	20.00	40.00	30.00	7.24	12.85	44.56	22.77	242.26	1.683 (J)	[PC]
41	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	151.84	1.693 (J)	[A2M2]
42	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	151.84	1.704 (J)	[A2M2]
43	20.00	38.00	30.00	4.52	12.30	45.85	22.77	320.80	1.752 (J)	[PC]
44	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	73.69	1.753 (J)	[PC]
45	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	73.69	1.760 (J)	[PC]
46	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	45.87	1.763 (J)	[A2M2]
47	20.00	38.00	30.00	4.52	12.30	45.85	22.77	320.80	1.767 (J)	[PC]
48	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	45.87	1.768 (J)	[A2M2]
49	22.00	42.00	30.00	13.08	13.36	45.03	22.77	192.05	1.790 (J)	[PC]
50	26.00	42.00	30.00	16.36	13.59	49.03	22.77	229.22	1.801 (J)	[A2M2]
51	22.00	42.00	30.00	13.08	13.36	45.03	22.77	192.05	1.802 (J)	[PC]
52	22.00	40.00	30.00	8.81	13.06	46.56	22.77	261.81	1.813 (J)	[PC]
53	26.00	42.00	30.00	16.36	13.59	49.03	22.77	229.22	1.815 (J)	[A2M2]
54	22.00	40.00	30.00	8.81	13.06	46.56	22.77	261.81	1.827 (J)	[PC]
55	22.00	50.00	30.00	23.00	20.02	34.59	22.77	15.55	1.841 (J)	[A2M2]
56	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	406.57	1.842 (J)	[PC]
57	22.00	50.00	30.00	23.00	20.02	34.59	22.77	15.55	1.844 (J)	[A2M2]
58	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	99.80	1.844 (J)	[A2M2]
59	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	99.80	1.854 (J)	[A2M2]
60	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	406.57	1.860 (J)	[PC]
61	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	135.40	1.865 (J)	[PC]
62	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	135.40	1.876 (J)	[PC]
63	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	36.41	1.877 (J)	[PC]
64	22.00	38.00	30.00	6.03	12.61	47.85	22.77	341.29	1.878 (J)	[PC]
65	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	36.41	1.882 (J)	[PC]
66	22.00	38.00	30.00	6.03	12.61	47.85	22.77	341.29	1.894 (J)	[PC]
67	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	167.50	1.934 (J)	[A2M2]
68	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	167.50	1.948 (J)	[A2M2]
69	22.00	36.00	30.00	3.79	12.16	48.93	22.77	427.98	1.960 (J)	[PC]
70	22.00	36.00	30.00	3.79	12.16	48.93	22.77	427.98	1.979 (J)	[PC]
71	24.00	40.00	30.00	10.56	13.18	48.56	22.77	281.10	1.981 (J)	[PC]
72	24.00	42.00	30.00	14.71	13.47	47.03	22.77	210.74	1.997 (J)	[PC]
73	24.00	40.00	30.00	10.56	13.18	48.56	22.77	281.10	1.997 (J)	[PC]
74	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	86.98	2.005 (J)	[PC]
75	24.00	42.00	30.00	14.71	13.47	47.03	22.77	210.74	2.012 (J)	[PC]
76	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	86.98	2.014 (J)	[PC]
77	24.00	38.00	30.00	7.55	12.91	49.85	22.77	361.32	2.024 (J)	[PC]
78	24.00	38.00	30.00	7.55	12.91	49.85	22.77	361.32	2.043 (J)	[PC]
79	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	520.86	2.057 (J)	[PC]
80	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	520.86	2.078 (J)	[PC]
81	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	55.02	2.084 (J)	[A2M2]
82	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	55.02	2.091 (J)	[A2M2]
83	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	151.84	2.116 (J)	[PC]
84	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	151.84	2.130 (J)	[PC]
85	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	112.01	2.141 (J)	[A2M2]
86	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	112.01	2.154 (J)	[A2M2]

87	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	45.87	2.204 (J)	[PC]
88	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	45.87	2.210 (J)	[PC]
89	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	182.20	2.233 (J)	[A2M2]
90	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	182.20	2.250 (J)	[A2M2]
91	26.00	42.00	30.00	16.36	13.59	49.03	22.77	229.22	2.251 (J)	[PC]
92	26.00	42.00	30.00	16.36	13.59	49.03	22.77	229.22	2.269 (J)	[PC]
93	24.00	50.00	30.00	23.00	20.02	36.59	22.77	21.07	2.286 (J)	[A2M2]
94	24.00	50.00	30.00	23.00	20.02	36.59	22.77	21.07	2.291 (J)	[A2M2]
95	22.00	50.00	30.00	23.00	20.02	34.59	22.77	15.55	2.301 (J)	[PC]
96	22.00	50.00	30.00	23.00	20.02	34.59	22.77	15.55	2.305 (J)	[PC]
97	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	99.80	2.305 (J)	[PC]
98	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	99.80	2.318 (J)	[PC]
99	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	167.50	2.418 (J)	[PC]
100	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	167.50	2.435 (J)	[PC]
101	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	63.67	2.491 (J)	[A2M2]
102	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	63.67	2.501 (J)	[A2M2]
103	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	123.37	2.517 (J)	[A2M2]
104	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	123.37	2.534 (J)	[A2M2]
105	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	55.02	2.605 (J)	[PC]
106	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	55.02	2.614 (J)	[PC]
107	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	112.01	2.677 (J)	[PC]
108	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	112.01	2.693 (J)	[PC]
109	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	182.20	2.791 (J)	[PC]
110	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	182.20	2.813 (J)	[PC]
111	24.00	50.00	30.00	23.00	20.02	36.59	22.77	21.07	2.858 (J)	[PC]
112	24.00	50.00	30.00	23.00	20.02	36.59	22.77	21.07	2.863 (J)	[PC]
113	26.00	50.00	30.00	23.12	20.14	38.59	22.77	26.47	2.922 (J)	[A2M2]
114	26.00	50.00	30.00	23.12	20.14	38.59	22.77	26.47	2.929 (J)	[A2M2]
115	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	133.67	3.007 (J)	[A2M2]
116	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	133.67	3.030 (J)	[A2M2]
117	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	71.64	3.040 (J)	[A2M2]
118	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	71.64	3.053 (J)	[A2M2]
119	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	63.67	3.114 (J)	[PC]
120	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	63.67	3.126 (J)	[PC]
121	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	123.37	3.146 (J)	[PC]
122	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	123.37	3.167 (J)	[PC]
123	26.00	50.00	30.00	23.12	20.14	38.59	22.77	26.47	3.652 (J)	[PC]
124	26.00	50.00	30.00	23.12	20.14	38.59	22.77	26.47	3.661 (J)	[PC]
125	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	133.67	3.759 (J)	[PC]
126	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	133.67	3.787 (J)	[PC]
127	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	71.64	3.800 (J)	[PC]
128	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	71.64	3.816 (J)	[PC]
129	28.00	50.00	30.00	23.34	20.36	40.59	22.77	31.51	3.839 (J)	[A2M2]
130	30.00	48.00	30.00	22.07	19.07	46.23	22.77	79.26	3.847 (J)	[A2M2]
131	28.00	50.00	30.00	23.34	20.36	40.59	22.77	31.51	3.852 (J)	[A2M2]
132	30.00	48.00	30.00	22.07	19.07	46.23	22.77	79.26	3.866 (J)	[A2M2]
133	28.00	50.00	30.00	23.34	20.36	40.59	22.77	31.51	4.799 (J)	[PC]
134	30.00	48.00	30.00	22.07	19.07	46.23	22.77	79.26	4.809 (J)	[PC]
135	28.00	50.00	30.00	23.34	20.36	40.59	22.77	31.51	4.815 (J)	[PC]
136	30.00	48.00	30.00	22.07	19.07	46.23	22.77	79.26	4.832 (J)	[PC]
137	32.00	48.00	30.00	22.53	19.54	48.23	22.77	86.19	5.078 (J)	[A2M2]
138	32.00	48.00	30.00	22.53	19.54	48.23	22.77	86.19	5.106 (J)	[A2M2]
139	30.00	50.00	30.00	23.65	20.68	42.59	22.77	36.00	5.269 (J)	[A2M2]
140	30.00	50.00	30.00	23.65	20.68	42.59	22.77	36.00	5.293 (J)	[A2M2]
141	32.00	48.00	30.00	22.53	19.54	48.23	22.77	86.19	6.347 (J)	[PC]
142	32.00	48.00	30.00	22.53	19.54	48.23	22.77	86.19	6.383 (J)	[PC]
143	30.00	50.00	30.00	23.65	20.68	42.59	22.77	36.00	6.587 (J)	[PC]
144	30.00	50.00	30.00	23.65	20.68	42.59	22.77	36.00	6.616 (J)	[PC]
145	32.00	50.00	30.00	24.04	21.07	44.59	22.77	39.79	7.765 (J)	[A2M2]
146	32.00	50.00	30.00	24.04	21.07	44.59	22.77	39.79	7.815 (J)	[A2M2]
147	32.00	50.00	30.00	24.04	21.07	44.59	22.77	39.79	9.706 (J)	[PC]
148	32.00	50.00	30.00	24.04	21.07	44.59	22.77	39.79	9.769 (J)	[PC]
149	34.00	50.00	30.00	24.52	21.54	46.59	22.77	42.71	12.821 (J)	[A2M2]
150	34.00	50.00	30.00	24.52	21.54	46.59	22.77	42.71	12.957 (J)	[A2M2]
151	34.00	50.00	30.00	24.52	21.54	46.59	22.77	42.71	16.026 (J)	[PC]
152	34.00	50.00	30.00	24.52	21.54	46.59	22.77	42.71	16.197 (J)	[PC]
153	32.00	52.00	30.00	27.01	22.42	38.75	22.77	6.44	18.158 (J)	[A2M2]
154	32.00	52.00	30.00	27.01	22.42	38.75	22.77	6.44	18.439 (J)	[A2M2]
155	32.00	52.00	30.00	27.01	22.42	38.75	22.77	6.44	22.697 (J)	[PC]
156	32.00	52.00	30.00	27.01	22.42	38.75	22.77	6.44	23.049 (J)	[PC]
157	36.00	50.00	30.00	25.51	21.89	48.59	22.77	44.81	27.771 (J)	[A2M2]
158	36.00	50.00	30.00	25.51	21.89	48.59	22.77	44.81	28.417 (J)	[A2M2]
159	36.00	50.00	30.00	25.51	21.89	48.59	22.77	44.81	34.714 (J)	[PC]
160	36.00	50.00	30.00	25.51	21.89	48.59	22.77	44.81	35.521 (J)	[PC]

# Analisi della superficie critica

## Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia  
 X<sub>s</sub> ascissa sinistra della striscia espressa in m  
 Y<sub>ss</sub> ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m  
 Y<sub>si</sub> ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m  
 X<sub>g</sub> ascissa del baricentro della striscia espressa in m  
 Y<sub>g</sub> ordinata del baricentro della striscia espressa in m  
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)  
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa  
 L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa  
 W peso della striscia espresso in kN  
 Q carico applicato sulla striscia espresso in kN  
 N sforzo normale alla base della striscia espresso in kN  
 T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN  
 U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN  
 E<sub>s</sub>, E<sub>d</sub> forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN  
 X<sub>s</sub>, X<sub>d</sub> forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN  
 ID Indice della superficie interessata dall'intervento

## Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 20.00	Y[m]= 42.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 11.45	Y <sub>v</sub> [m]= 13.24
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 43.03	Y <sub>m</sub> [m]= 22.77
Coefficiente di sicurezza	C <sub>s</sub> = 1.293	

## Geometria e caratteristiche strisce

N°	X <sub>s</sub>	Y <sub>ss</sub>	Y <sub>si</sub>	X <sub>d</sub>	Y <sub>ds</sub>	Y <sub>di</sub>	X <sub>g</sub>	Y <sub>g</sub>	L	α	φ	c
1	11.45	13.24	13.24	13.24	13.37	12.77	12.64	13.13	1.84	-14.79	26.56	0
2	13.24	13.37	12.77	15.02	13.49	12.42	14.21	13.01	1.82	-11.30	26.56	0
3	15.02	13.49	12.42	16.80	13.62	12.17	15.95	12.92	1.80	-7.84	26.56	0
4	16.80	13.62	12.17	18.49	16.23	12.04	17.78	13.62	1.70	-4.50	26.56	0
5	18.49	16.23	12.04	20.18	18.84	12.00	19.40	14.83	1.69	-1.27	26.56	0
6	20.18	18.84	12.00	22.00	19.00	12.07	21.09	15.48	1.82	2.08	26.56	0
7	22.00	19.00	12.07	23.24	20.26	12.18	22.64	15.89	1.25	5.02	26.56	0
8	23.24	20.26	12.18	24.49	21.53	12.34	23.88	16.58	1.26	7.41	26.56	0
9	24.49	21.53	12.34	26.24	22.15	12.66	25.37	17.17	1.78	10.31	26.56	0
10	26.24	22.15	12.66	28.00	22.77	13.09	27.13	17.67	1.81	13.74	26.56	0
11	28.00	22.77	13.09	29.50	22.77	13.54	28.75	18.04	1.57	16.97	26.56	0
12	29.50	22.77	13.54	31.01	22.77	14.09	30.25	18.29	1.60	19.99	26.56	0
13	31.01	22.77	14.09	32.51	22.77	14.73	31.75	18.59	1.63	23.08	26.56	0
14	32.51	22.77	14.73	34.01	22.77	15.47	33.25	18.93	1.68	26.24	26.56	0
15	34.01	22.77	15.47	35.51	22.77	16.32	34.75	19.33	1.73	29.49	26.56	0
16	35.51	22.77	16.32	37.02	22.77	17.29	36.24	19.78	1.79	32.85	26.56	0
17	37.02	22.77	17.29	38.52	22.77	18.40	37.74	20.30	1.87	36.34	26.56	0
18	38.52	22.77	18.40	40.02	22.77	19.66	39.23	20.88	1.96	39.99	26.56	0
19	40.02	22.77	19.66	41.52	22.77	21.10	40.70	21.54	2.08	43.85	26.56	0
20	41.52	22.77	21.10	43.03	22.77	22.77	42.02	22.21	2.25	47.99	26.56	0

## Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E <sub>s</sub>	E <sub>d</sub>	X <sub>s</sub>	X <sub>d</sub>
1	9.99	99.52	5.39	2.08	108.32	0.00	37.85	0.00	0.00
2	28.05	97.33	14.51	5.61	114.17	37.85	74.84	0.00	0.00
3	42.33	95.13	21.13	8.17	118.32	74.84	107.79	0.00	0.00
4	89.61	67.54	43.40	16.78	114.64	107.79	239.39	0.00	0.00
5	175.25	24.28	82.76	32.00	115.72	239.39	309.67	0.00	0.00
6	235.62	1.43	108.83	42.08	124.42	309.67	338.53	0.00	0.00
7	175.81	0.00	87.39	33.79	84.31	338.53	353.56	0.00	0.00
8	202.24	0.00	113.14	43.74	83.02	353.56	367.48	0.00	0.00
9	308.24	0.00	183.43	70.92	113.75	367.48	377.73	0.00	0.00
10	316.35	0.00	195.29	75.50	108.58	377.73	372.39	0.00	0.00
11	267.08	10.05	178.17	68.89	87.58	372.39	355.03	0.00	0.00
12	252.88	30.05	190.00	73.46	81.26	355.03	325.50	0.00	0.00
13	236.12	30.05	182.75	70.65	73.50	325.50	284.57	0.00	0.00
14	216.61	30.05	174.82	67.59	64.04	284.57	234.52	0.00	0.00

15	194.15	19.79	156.51	60.51	52.52	234.52	179.89	0.00	0.00
16	168.44	0.00	128.02	49.49	38.46	179.89	127.72	0.00	0.00
17	139.13	0.00	116.64	45.09	21.13	127.72	79.55	0.00	0.00
18	105.71	0.00	103.12	39.87	0.00	79.55	41.65	0.00	0.00
19	67.52	0.00	67.57	26.12	0.00	41.65	12.29	0.00	0.00
20	23.56	0.00	24.38	9.43	0.00	12.29	0.00	0.00	0.00

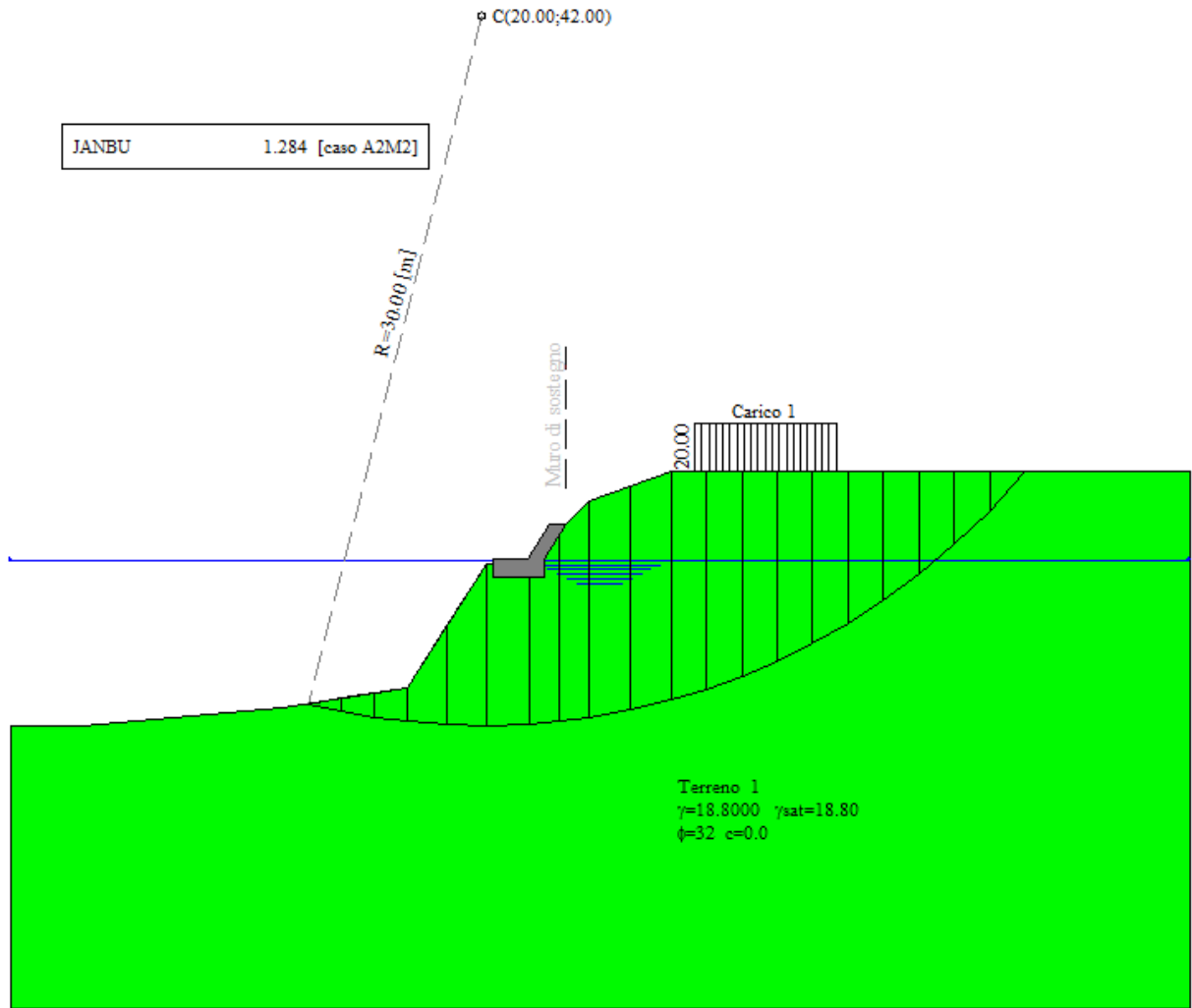


Fig. 2: Cerchio critico di rottura

# ANALISI E VERIFICA PENDIO SPONDA SINISTRA

## Descrizione terreno

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
$c$	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

Nr.	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_w$	$\phi'$	$c'$	$\phi_u$	$c_u$
1	Terreno 1	18.80	18.80	32.00	0.0	0.00	39.2

## Profilo del piano campagna

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [mslm]
5	20.18	221.50
6	22.00	222.64
7	26.00	224.50
8	31.00	226.34
9	38.00	226.34

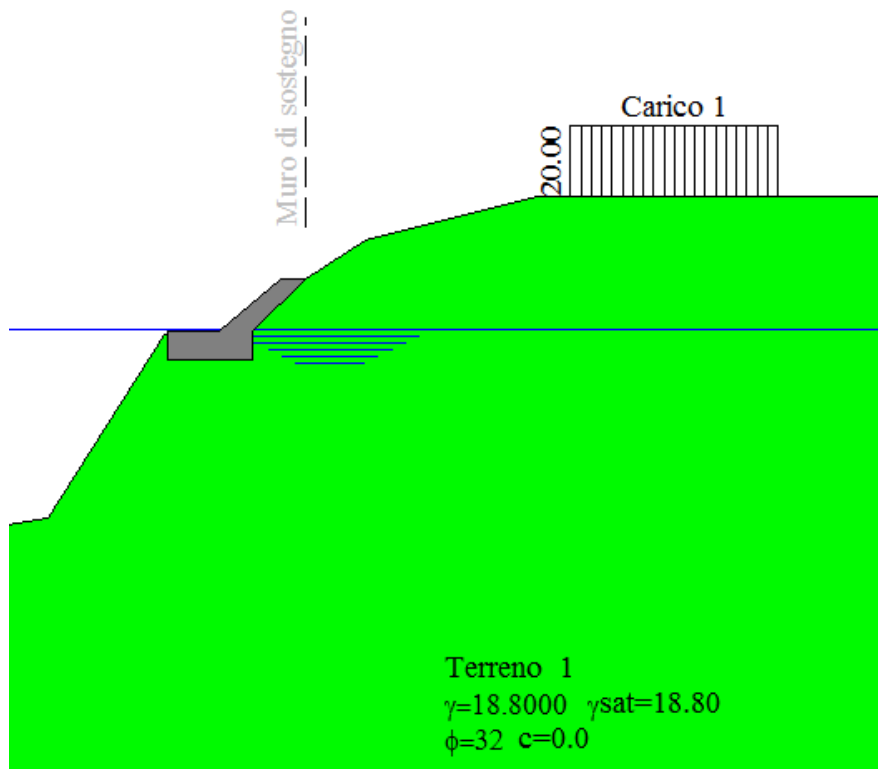


Fig. 3: Geometria locale pendio

## Descrizione falda

### Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[mslm]
1	0.00	222.00
2	50.00	222.00

## Carichi sul profilo

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

Nr.	Identificativo del sovraccarico agente
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in m
	Per carico concentrato ascissa del punto di applicazione espressa in m
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in m
$V_i$	Intensità del carico espressa in kN/m per $x=X_i$
	Per carico concentrato intensità del carico espressa in kN
$V_f$	Intensità del carico espressa in kN/m per $x=X_f$

Nr.	Tipo carico	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$V_i$	$V_f$
1	DISTRIBUITO	33.00	39.00	20.00	20.00

## Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

### Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	24.25	m
Altezza paramento	1.50	m
Spessore in testa	0.70	m
Inclinazione esterna	50.000	°
Inclinazione interna	-45.000	°
Spessore alla base	0.99	m
Lunghezza mensola fondazione valle	1.50	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	2.49	m
Spessore fondazione	0.80	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	1.50	m

## Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :  
Metodo di JANBU (J)

### Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

### Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25

Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00

### Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00

### Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.560 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_s$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g) \cdot \beta_s \cdot St \cdot S = 2.06$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 \cdot k_h = 1.03$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto  
 Analisi condotta in termini di tensioni efficaci  
 Presenza di falda  
 Presenza di carichi distribuiti

### Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 20.00$	$Y_0 = 20.00$
Passo maglia [m]:	$dX = 2.00$	$dY = 2.00$
Numero passi :	$N_x = 20$	$N_y = 20$
Raggio [m]:	$R = 30.00$	

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	164
Coefficiente di sicurezza minimo	1.242
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

## Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	164	1.242	1	113.285	164

### Caratteristiche delle superfici analizzate

#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 N° numero d'ordine della superficie cerchio  
 C<sub>x</sub> ascissa x del centro [m]  
 C<sub>y</sub> ordinata y del centro [m]  
 R raggio del cerchio espresso in m  
 x<sub>v</sub>, y<sub>v</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m  
 x<sub>m</sub>, y<sub>m</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m  
 V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]  
 C<sub>s</sub> coefficiente di sicurezza  
 caso caso di calcolo

N°	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	R	x <sub>v</sub>	y <sub>v</sub>	x <sub>m</sub>	y <sub>m</sub>	V	C <sub>s</sub>	caso
1	20.00	42.00	30.00	12.64	12.92	43.03	22.77	167.35	1.242 (J)	[A2M2]
2	20.00	42.00	30.00	12.64	12.92	43.03	22.77	167.35	1.250 (J)	[A2M2]
3	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	113.67	1.264 (J)	[A2M2]
4	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	113.67	1.272 (J)	[A2M2]
5	20.00	40.00	30.00	8.15	12.44	44.56	22.77	234.08	1.276 (J)	[A2M2]
6	20.00	40.00	30.00	8.15	12.44	44.56	22.77	234.08	1.286 (J)	[A2M2]
7	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	68.99	1.317 (J)	[A2M2]
8	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	68.99	1.324 (J)	[A2M2]
9	20.00	38.00	30.00	4.77	12.15	45.85	22.77	311.44	1.342 (J)	[A2M2]
10	20.00	38.00	30.00	4.77	12.15	45.85	22.77	311.44	1.353 (J)	[A2M2]
11	22.00	42.00	30.00	13.86	13.12	45.03	22.77	186.82	1.378 (J)	[A2M2]
12	22.00	42.00	30.00	13.86	13.12	45.03	22.77	186.82	1.388 (J)	[A2M2]
13	22.00	40.00	30.00	9.82	12.58	46.56	22.77	254.58	1.390 (J)	[A2M2]
14	22.00	40.00	30.00	9.82	12.58	46.56	22.77	254.58	1.401 (J)	[A2M2]
15	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	31.70	1.419 (J)	[A2M2]
16	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	397.20	1.423 (J)	[A2M2]
17	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	31.70	1.423 (J)	[A2M2]
18	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	130.68	1.426 (J)	[A2M2]
19	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	130.68	1.435 (J)	[A2M2]
20	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	397.20	1.437 (J)	[A2M2]
21	22.00	38.00	30.00	6.52	12.30	47.85	22.77	332.51	1.438 (J)	[A2M2]
22	22.00	38.00	30.00	6.52	12.30	47.85	22.77	332.51	1.450 (J)	[A2M2]
23	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	82.27	1.504 (J)	[A2M2]
24	22.00	36.00	30.00	3.90	12.08	48.93	22.77	418.63	1.506 (J)	[A2M2]
25	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	82.27	1.512 (J)	[A2M2]
26	22.00	36.00	30.00	3.90	12.08	48.93	22.77	418.63	1.521 (J)	[A2M2]
27	24.00	40.00	30.00	11.50	12.73	48.56	22.77	274.80	1.523 (J)	[A2M2]
28	24.00	40.00	30.00	11.50	12.73	48.56	22.77	274.80	1.536 (J)	[A2M2]
29	24.00	42.00	30.00	15.14	13.34	47.03	22.77	205.88	1.537 (J)	[A2M2]
30	24.00	42.00	30.00	15.14	13.34	47.03	22.77	205.88	1.549 (J)	[A2M2]
31	24.00	38.00	30.00	8.27	12.45	49.85	22.77	353.36	1.551 (J)	[A2M2]
32	20.00	42.00	30.00	12.64	12.92	43.03	22.77	167.35	1.553 (J)	[PC]
33	20.00	42.00	30.00	12.64	12.92	43.03	22.77	167.35	1.563 (J)	[PC]
34	24.00	38.00	30.00	8.27	12.45	49.85	22.77	353.36	1.565 (J)	[A2M2]
35	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	113.67	1.581 (J)	[PC]
36	20.00	44.00	30.00	17.13	14.14	41.20	22.77	113.67	1.590 (J)	[PC]
37	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	511.60	1.593 (J)	[A2M2]
38	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	41.15	1.594 (J)	[A2M2]
39	20.00	40.00	30.00	8.15	12.44	44.56	22.77	234.08	1.595 (J)	[PC]
40	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	41.15	1.599 (J)	[A2M2]
41	20.00	40.00	30.00	8.15	12.44	44.56	22.77	234.08	1.608 (J)	[PC]
42	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	511.60	1.609 (J)	[A2M2]
43	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	147.14	1.612 (J)	[A2M2]
44	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	147.14	1.623 (J)	[A2M2]
45	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	68.99	1.647 (J)	[PC]
46	20.00	46.00	30.00	18.37	16.04	38.98	22.77	68.99	1.654 (J)	[PC]
47	20.00	38.00	30.00	4.77	12.15	45.85	22.77	311.44	1.677 (J)	[PC]
48	20.00	38.00	30.00	4.77	12.15	45.85	22.77	311.44	1.692 (J)	[PC]
49	22.00	50.00	30.00	23.65	20.05	34.59	22.77	11.16	1.701 (J)	[A2M2]
50	22.00	50.00	30.00	23.65	20.05	34.59	22.77	11.16	1.703 (J)	[A2M2]
51	22.00	42.00	30.00	13.86	13.12	45.03	22.77	186.82	1.723 (J)	[PC]



52	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	95.10	1.723 (J)	[A2M2]
53	26.00	42.00	30.00	16.45	13.56	49.03	22.77	224.48	1.728 (J)	[A2M2]
54	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	95.10	1.733 (J)	[A2M2]
55	22.00	42.00	30.00	13.86	13.12	45.03	22.77	186.82	1.735 (J)	[PC]
56	22.00	40.00	30.00	9.82	12.58	46.56	22.77	254.58	1.737 (J)	[PC]
57	26.00	42.00	30.00	16.45	13.56	49.03	22.77	224.48	1.742 (J)	[A2M2]
58	22.00	40.00	30.00	9.82	12.58	46.56	22.77	254.58	1.751 (J)	[PC]
59	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	31.70	1.774 (J)	[PC]
60	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	397.20	1.779 (J)	[PC]
61	20.00	48.00	30.00	19.64	18.00	36.23	22.77	31.70	1.779 (J)	[PC]
62	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	130.68	1.782 (J)	[PC]
63	22.00	44.00	30.00	17.29	14.37	43.20	22.77	130.68	1.793 (J)	[PC]
64	20.00	36.00	30.00	2.00	12.00	46.93	22.77	397.20	1.796 (J)	[PC]
65	22.00	38.00	30.00	6.52	12.30	47.85	22.77	332.51	1.797 (J)	[PC]
66	22.00	38.00	30.00	6.52	12.30	47.85	22.77	332.51	1.813 (J)	[PC]
67	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	162.80	1.832 (J)	[A2M2]
68	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	162.80	1.846 (J)	[A2M2]
69	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	50.32	1.874 (J)	[A2M2]
70	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	82.27	1.880 (J)	[PC]
71	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	50.32	1.881 (J)	[A2M2]
72	22.00	36.00	30.00	3.90	12.08	48.93	22.77	418.63	1.883 (J)	[PC]
73	22.00	46.00	30.00	18.48	16.21	40.98	22.77	82.27	1.890 (J)	[PC]
74	22.00	36.00	30.00	3.90	12.08	48.93	22.77	418.63	1.901 (J)	[PC]
75	24.00	40.00	30.00	11.50	12.73	48.56	22.77	274.80	1.904 (J)	[PC]
76	24.00	40.00	30.00	11.50	12.73	48.56	22.77	274.80	1.920 (J)	[PC]
77	24.00	42.00	30.00	15.14	13.34	47.03	22.77	205.88	1.921 (J)	[PC]
78	24.00	42.00	30.00	15.14	13.34	47.03	22.77	205.88	1.936 (J)	[PC]
79	24.00	38.00	30.00	8.27	12.45	49.85	22.77	353.36	1.939 (J)	[PC]
80	24.00	50.00	30.00	23.59	20.00	36.59	22.77	16.67	1.947 (J)	[A2M2]
81	24.00	50.00	30.00	23.59	20.00	36.59	22.77	16.67	1.950 (J)	[A2M2]
82	24.00	38.00	30.00	8.27	12.45	49.85	22.77	353.36	1.957 (J)	[PC]
83	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	107.31	1.986 (J)	[A2M2]
84	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	511.60	1.991 (J)	[PC]
85	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	41.15	1.993 (J)	[PC]
86	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	107.31	1.999 (J)	[A2M2]
87	22.00	48.00	30.00	19.69	18.09	38.23	22.77	41.15	1.999 (J)	[PC]
88	22.00	34.00	30.00	1.60	12.00	49.82	22.77	511.60	2.011 (J)	[PC]
89	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	147.14	2.015 (J)	[PC]
90	24.00	44.00	30.00	17.51	14.71	45.20	22.77	147.14	2.028 (J)	[PC]
91	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	177.50	2.100 (J)	[A2M2]
92	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	177.50	2.117 (J)	[A2M2]
93	22.00	50.00	30.00	23.65	20.05	34.59	22.77	11.16	2.126 (J)	[PC]
94	22.00	50.00	30.00	23.65	20.05	34.59	22.77	11.16	2.129 (J)	[PC]
95	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	95.10	2.154 (J)	[PC]
96	26.00	42.00	30.00	16.45	13.56	49.03	22.77	224.48	2.160 (J)	[PC]
97	24.00	46.00	30.00	18.65	16.48	42.98	22.77	95.10	2.166 (J)	[PC]
98	26.00	42.00	30.00	16.45	13.56	49.03	22.77	224.48	2.177 (J)	[PC]
99	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	58.97	2.217 (J)	[A2M2]
100	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	58.97	2.225 (J)	[A2M2]
101	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	162.80	2.290 (J)	[PC]
102	26.00	44.00	30.00	17.79	15.15	47.20	22.77	162.80	2.307 (J)	[PC]
103	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	118.67	2.311 (J)	[A2M2]
104	26.00	50.00	30.00	23.72	20.09	38.59	22.77	22.13	2.321 (J)	[A2M2]
105	26.00	50.00	30.00	23.72	20.09	38.59	22.77	22.13	2.326 (J)	[A2M2]
106	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	118.67	2.327 (J)	[A2M2]
107	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	50.32	2.343 (J)	[PC]
108	24.00	48.00	30.00	19.83	18.29	40.23	22.77	50.32	2.351 (J)	[PC]
109	24.00	50.00	30.00	23.59	20.00	36.59	22.77	16.67	2.434 (J)	[PC]
110	24.00	50.00	30.00	23.59	20.00	36.59	22.77	16.67	2.438 (J)	[PC]
111	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	107.31	2.483 (J)	[PC]
112	26.00	46.00	30.00	18.89	16.85	44.98	22.77	107.31	2.498 (J)	[PC]
113	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	177.50	2.625 (J)	[PC]
114	28.00	44.00	30.00	18.13	15.67	49.20	22.77	177.50	2.646 (J)	[PC]
115	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	66.93	2.655 (J)	[A2M2]
116	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	66.93	2.666 (J)	[A2M2]
117	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	128.97	2.719 (J)	[A2M2]
118	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	128.97	2.739 (J)	[A2M2]
119	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	58.97	2.771 (J)	[PC]
120	26.00	48.00	30.00	20.03	18.60	42.23	22.77	58.97	2.782 (J)	[PC]
121	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	118.67	2.889 (J)	[PC]
122	26.00	50.00	30.00	23.72	20.09	38.59	22.77	22.13	2.901 (J)	[PC]
123	26.00	50.00	30.00	23.72	20.09	38.59	22.77	22.13	2.907 (J)	[PC]
124	28.00	46.00	30.00	19.20	17.32	46.98	22.77	118.67	2.908 (J)	[PC]
125	28.00	50.00	30.00	24.00	20.27	40.59	22.77	27.32	2.955 (J)	[A2M2]
126	28.00	50.00	30.00	24.00	20.27	40.59	22.77	27.32	2.962 (J)	[A2M2]
127	30.00	48.00	30.00	22.10	19.06	46.23	22.77	74.55	3.267 (J)	[A2M2]
128	30.00	48.00	30.00	22.10	19.06	46.23	22.77	74.55	3.282 (J)	[A2M2]

129	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	66.93	3.319 (J)	[PC]
130	28.00	48.00	30.00	20.75	18.89	44.23	22.77	66.93	3.333 (J)	[PC]
131	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	128.97	3.399 (J)	[PC]
132	30.00	46.00	30.00	19.56	17.88	48.98	22.77	128.97	3.424 (J)	[PC]
133	28.00	50.00	30.00	24.00	20.27	40.59	22.77	27.32	3.693 (J)	[PC]
134	28.00	50.00	30.00	24.00	20.27	40.59	22.77	27.32	3.703 (J)	[PC]
135	30.00	50.00	30.00	24.41	20.53	42.59	22.77	32.07	3.841 (J)	[A2M2]
136	30.00	50.00	30.00	24.41	20.53	42.59	22.77	32.07	3.853 (J)	[A2M2]
137	30.00	48.00	30.00	22.10	19.06	46.23	22.77	74.55	4.084 (J)	[PC]
138	30.00	48.00	30.00	22.10	19.06	46.23	22.77	74.55	4.102 (J)	[PC]
139	32.00	48.00	30.00	22.74	19.47	48.23	22.77	81.57	4.127 (J)	[A2M2]
140	32.00	48.00	30.00	22.74	19.47	48.23	22.77	81.57	4.148 (J)	[A2M2]
141	30.00	50.00	30.00	24.41	20.53	42.59	22.77	32.07	4.801 (J)	[PC]
142	30.00	50.00	30.00	24.41	20.53	42.59	22.77	32.07	4.816 (J)	[PC]
143	32.00	48.00	30.00	22.74	19.47	48.23	22.77	81.57	5.159 (J)	[PC]
144	32.00	50.00	30.00	24.92	20.85	44.59	22.77	36.23	5.174 (J)	[A2M2]
145	32.00	48.00	30.00	22.74	19.47	48.23	22.77	81.57	5.185 (J)	[PC]
146	32.00	50.00	30.00	24.92	20.85	44.59	22.77	36.23	5.196 (J)	[A2M2]
147	32.00	50.00	30.00	24.92	20.85	44.59	22.77	36.23	6.467 (J)	[PC]
148	32.00	50.00	30.00	24.92	20.85	44.59	22.77	36.23	6.495 (J)	[PC]
149	34.00	50.00	30.00	25.52	21.22	46.59	22.77	39.70	7.334 (J)	[A2M2]
150	34.00	50.00	30.00	25.52	21.22	46.59	22.77	39.70	7.379 (J)	[A2M2]
151	34.00	50.00	30.00	25.52	21.22	46.59	22.77	39.70	9.168 (J)	[PC]
152	34.00	50.00	30.00	25.52	21.22	46.59	22.77	39.70	9.224 (J)	[PC]
153	34.00	52.00	30.00	29.35	22.36	40.75	22.77	6.15	10.717 (J)	[A2M2]
154	34.00	52.00	30.00	29.35	22.36	40.75	22.77	6.15	10.814 (J)	[A2M2]
155	36.00	50.00	30.00	26.31	21.61	48.59	22.77	42.37	11.249 (J)	[A2M2]
156	36.00	50.00	30.00	26.31	21.61	48.59	22.77	42.37	11.354 (J)	[A2M2]
157	34.00	52.00	30.00	29.35	22.36	40.75	22.77	6.15	13.396 (J)	[PC]
158	34.00	52.00	30.00	29.35	22.36	40.75	22.77	6.15	13.518 (J)	[PC]
159	36.00	50.00	30.00	26.31	21.61	48.59	22.77	42.37	14.062 (J)	[PC]
160	36.00	50.00	30.00	26.31	21.61	48.59	22.77	42.37	14.193 (J)	[PC]
161	36.00	52.00	30.00	30.19	22.57	42.75	22.77	6.76	84.226 (J)	[A2M2]
162	36.00	52.00	30.00	30.19	22.57	42.75	22.77	6.76	90.628 (J)	[A2M2]
163	36.00	52.00	30.00	30.19	22.57	42.75	22.77	6.76	105.282 (J)	[PC]
164	36.00	52.00	30.00	30.19	22.57	42.75	22.77	6.76	113.285 (J)	[PC]

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

$N^o$	numero d'ordine della striscia
$X_s$	ascissa sinistra della striscia espressa in m
$Y_{ss}$	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
$Y_{si}$	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
$X_g$	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
$Y_g$	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
$c$	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
$L$	sviluppo della base della striscia espressa in m( $L=b/\cos\alpha$ )
$u$	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
$W$	peso della striscia espresso in kN
$Q$	carico applicato sulla striscia espresso in kN
$N$	sfuerzo normale alla base della striscia espresso in kN
$T$	sfuerzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
$U$	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
$E_s, E_d$	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
$X_s, X_d$	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

### Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 20.00	Y[m]= 42.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	$X_v$ [m]= 12.64	$Y_v$ [m]= 12.92
Intersezione a monte con il profilo topografico	$X_m$ [m]= 43.03	$Y_m$ [m]= 22.77
Coefficiente di sicurezza	$C_s$ = 1.242	

**Geometria e caratteristiche strisce**

N°	X <sub>s</sub>	Y <sub>ss</sub>	Y <sub>si</sub>	X <sub>d</sub>	Y <sub>ds</sub>	Y <sub>di</sub>	X <sub>g</sub>	Y <sub>g</sub>	L	α	φ	c
1	12.64	12.92	12.92	14.02	13.15	12.60	13.56	12.89	1.42	-12.85	26.56	0
2	14.02	13.15	12.60	15.41	13.39	12.35	14.79	12.87	1.41	-10.14	26.56	0
3	15.41	13.39	12.35	16.80	13.62	12.17	16.14	12.88	1.40	-7.46	26.56	0
4	16.80	13.62	12.17	18.49	16.23	12.04	17.78	13.62	1.70	-4.50	26.56	0
5	18.49	16.23	12.04	20.18	18.84	12.00	19.40	14.83	1.69	-1.27	26.56	0
6	20.18	18.84	12.00	22.00	19.00	12.07	21.09	15.48	1.82	2.08	26.56	0
7	22.00	19.00	12.07	23.33	19.84	12.19	22.68	15.78	1.34	5.10	26.56	0
8	23.33	19.84	12.19	24.67	20.69	12.37	24.01	16.27	1.35	7.66	26.56	0
9	24.67	20.69	12.37	26.00	21.53	12.61	25.34	16.80	1.35	10.24	26.56	0
10	26.00	21.53	12.61	27.67	21.94	13.00	26.83	17.27	1.71	13.17	26.56	0
11	27.67	21.94	13.00	29.33	22.36	13.49	28.50	17.70	1.74	16.47	26.56	0
12	29.33	22.36	13.49	31.00	22.77	14.09	30.16	18.18	1.77	19.82	26.56	0
13	31.00	22.77	14.09	32.50	22.77	14.73	31.74	18.59	1.63	23.07	26.56	0
14	32.50	22.77	14.73	34.01	22.77	15.47	33.24	18.93	1.68	26.23	26.56	0
15	34.01	22.77	15.47	35.51	22.77	16.32	34.74	19.33	1.73	29.48	26.56	0
16	35.51	22.77	16.32	37.01	22.77	17.29	36.24	19.78	1.79	32.84	26.56	0
17	37.01	22.77	17.29	38.52	22.77	18.40	37.74	20.30	1.87	36.33	26.56	0
18	38.52	22.77	18.40	40.02	22.77	19.66	39.23	20.88	1.96	39.99	26.56	0
19	40.02	22.77	19.66	41.52	22.77	21.10	40.70	21.54	2.08	43.85	26.56	0
20	41.52	22.77	21.10	43.03	22.77	22.77	42.02	22.21	2.25	47.99	26.56	0

**Forze applicate sulle strisce [JANBU]**

N°	W	Q	N	T	U	E <sub>s</sub>	E <sub>d</sub>	X <sub>s</sub>	X <sub>d</sub>
1	7.19	81.21	3.80	1.53	87.14	0.00	35.26	0.00	0.00
2	20.67	78.02	10.59	4.26	90.21	35.26	69.93	0.00	0.00
3	32.39	74.84	16.14	6.50	92.51	69.93	102.43	0.00	0.00
4	89.61	67.54	43.45	17.49	114.64	102.43	234.74	0.00	0.00
5	175.25	24.28	82.79	33.32	115.72	234.74	306.35	0.00	0.00
6	235.62	1.43	108.77	43.78	124.42	306.35	336.90	0.00	0.00
7	182.87	0.00	88.30	35.54	90.24	336.90	352.67	0.00	0.00
8	200.27	0.00	105.56	42.48	88.72	352.67	364.74	0.00	0.00
9	216.14	0.00	121.96	49.08	86.56	364.74	371.52	0.00	0.00
10	279.98	0.00	164.99	66.40	104.06	371.52	369.11	0.00	0.00
11	279.10	0.00	169.73	68.31	98.13	369.11	352.96	0.00	0.00
12	274.93	0.00	173.53	69.84	90.53	352.96	323.48	0.00	0.00
13	236.28	11.47	164.72	66.29	73.56	323.48	286.01	0.00	0.00
14	216.76	30.07	173.78	69.94	64.09	286.01	238.53	0.00	0.00
15	194.29	30.07	164.97	66.39	52.58	238.53	184.65	0.00	0.00
16	168.57	30.07	155.17	62.45	38.51	184.65	128.01	0.00	0.00
17	139.23	18.34	133.04	53.54	21.17	128.01	76.54	0.00	0.00
18	105.80	0.00	102.17	41.12	0.00	76.54	40.22	0.00	0.00
19	67.57	0.00	66.88	26.92	0.00	40.22	11.90	0.00	0.00
20	23.58	0.00	24.10	9.70	0.00	11.90	0.00	0.00	0.00

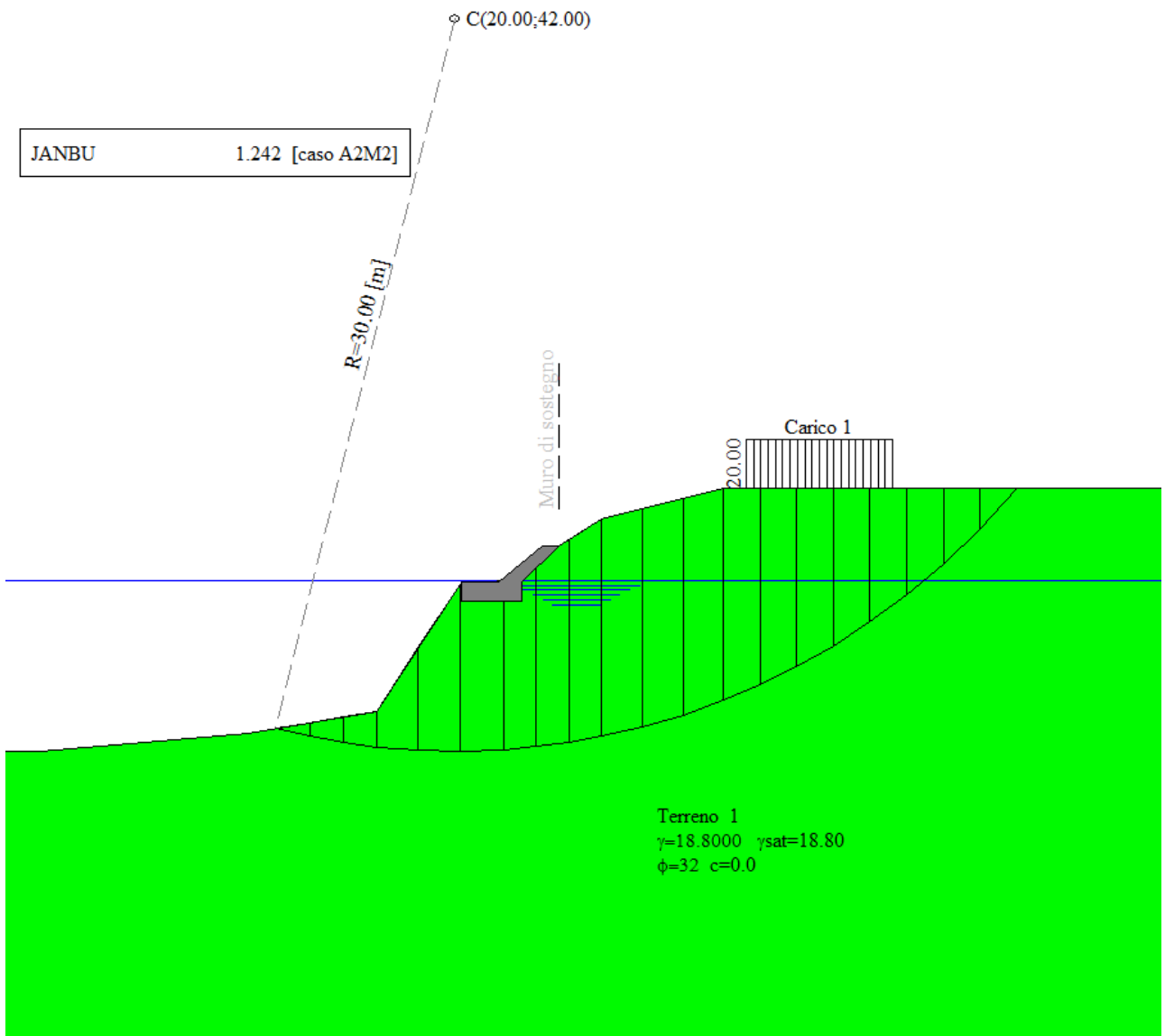


Fig. 4: Cerchio critico di rottura

## Bibliografia

- LEGGE 5 novembre 1971 n° 1086 - “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- CIRCOLARE 14 febbraio 1974 n° 11951 - “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l’applicazione”;
- D.M. 16 gennaio 1996- “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi”;
- CIRCOLARE LL.PP. 4 luglio 1996 - “ Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
- LEGGE 2 febbraio 1974 n° 64 - “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. 16 gennaio 1996 - “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- D.M.LL.PP 11 marzo 1988 - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- CIRCOLARE LL.PP. 24 settembre 1988 n° 30843- “Istruzioni per l’applicazione del D.M. 11-3-1988”;
- Decreto Ministeriale 14/01/08 - “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.